





03-III スラブの配置の最適化

301 目的関数の設定

スラブの配置を決定する最適化において、目的関数は最小化される。 $x$  をシミュレーションにより算出される値 / 目標値として、目的関数  $f(x)$  を以下のように定める。

$f(x) = |1 - \log_{10}(10x)|$

積算日射量、日照時間、光飽和点はそれぞれシミュレーションによる算出値＝目標値の時、 $f(x)=0$ で最小となる。 $f(x)$  は算出値＞目標値で、算出値＜目標値のときより小さな値をとる。これは、農作物にとって成長に支障をきたすほど光が不足している状態にペナルティを科し、最適化を進めることを可能にするねらいがある。

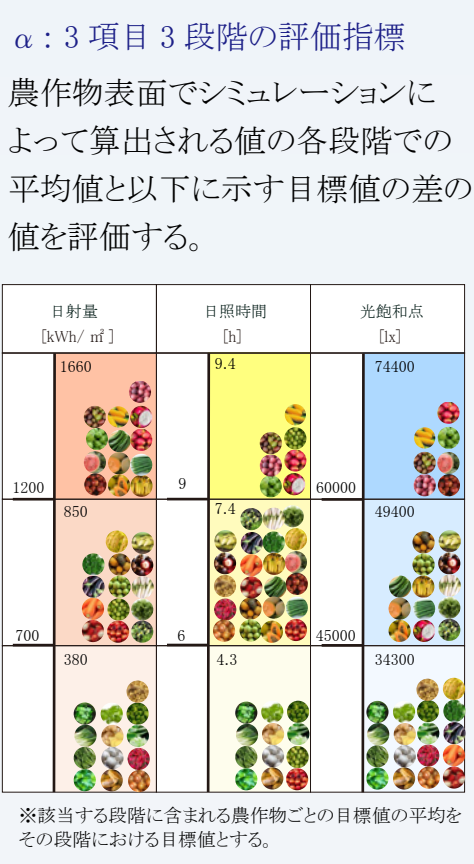
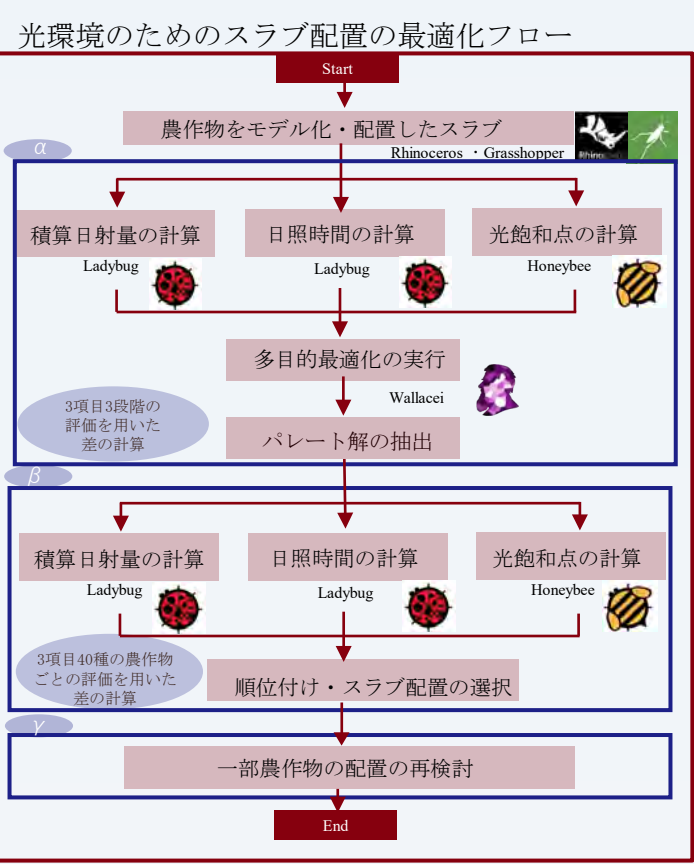
302 手法の最適化

農作物が好ましい光環境を得られるスラブの配置を効率良く決定するために、以下の手順に従ってスラブ配置を決定する。

α：3項目3段階の目標値を用いた1000個から5個のスラブ配置の最適化

β：3項目農作物ごとの目標値を用いたスラブ配置の評価と決定

γ：決定したスラブ配置において光環境の悪い農作物の再配置と比較評価



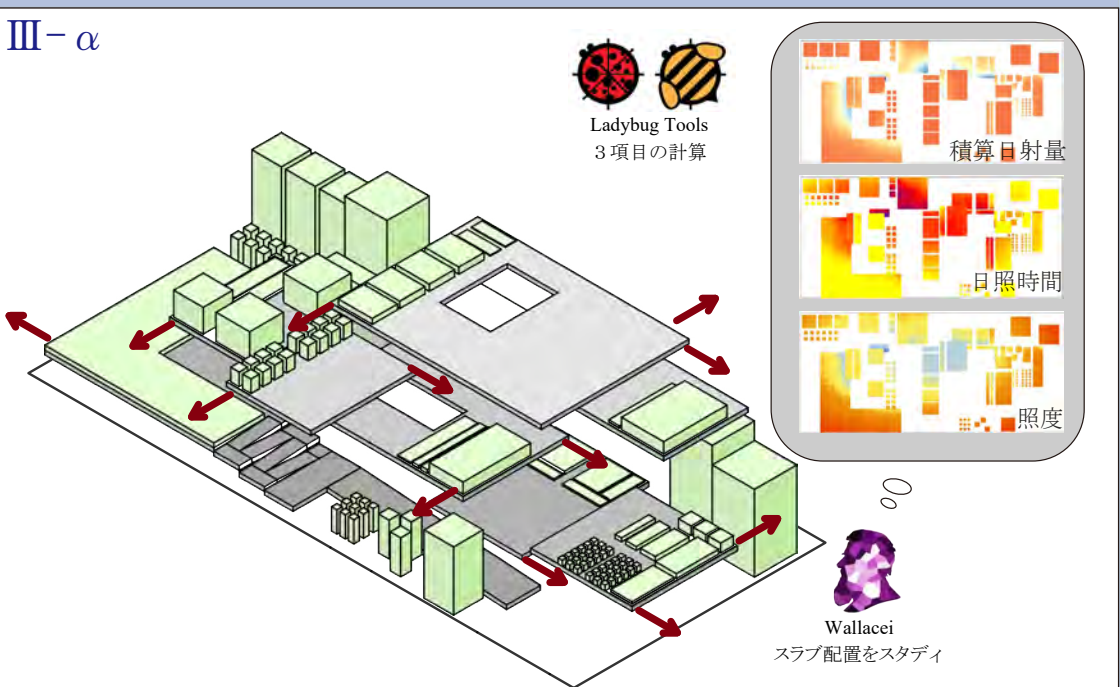
β：3項目農作物ごとの評価指標

農作物表面における算出値とそれぞれの目標値の差を評価する。

| 農作物     | 日射量 [kWh/m²] | 日照時間 [h] | 光飽和点 [μmol/m²/s] |
|---------|--------------|----------|------------------|
| トマト     | 2510         | 10       | 36000            |
| カボチャ    | 1820         | 10       | 40000            |
| パインナップル | 1780         | 9        | 45000            |
| ダイコン    | 1700         | 8        | 20000            |
| オクラ     | 1650         | 8        | 25000            |
| ピーマン    | 1480         | 8        | 55000            |
| ピーナツ    | 1280         | 9        | 70000            |
| パインナップル | 1260         | 9        | 40000            |
| オクラ     | 1210         | 8        | 45000            |
| ピーマン    | 1180         | 8        | 51000            |
| ピーナツ    | 1060         | 9        | 50000            |
| カボチャ    | 950          | 9        | 15000            |
| ダイコン    | 820          | 6        | 25000            |
| ピーマン    | 820          | 6        | 45000            |
| ピーナツ    | 790          | 6        | 44000            |
| オクラ     | 660          | 4        | 30000            |
| カボチャ    | 590          | 6        | 40000            |
| ピーマン    | 520          | 4        | 43000            |
| ピーナツ    | 520          | 4        | 43000            |
| オクラ     | 460          | 4        | 30000            |
| カボチャ    | 370          | 4        | 30000            |
| ピーマン    | 370          | 4        | 30000            |
| ピーナツ    | 310          | 4        | 25000            |
| オクラ     | 310          | 4        | 25000            |
| カボチャ    | 230          | 3        | 25000            |
| ピーマン    | 180          | 3        | 20000            |

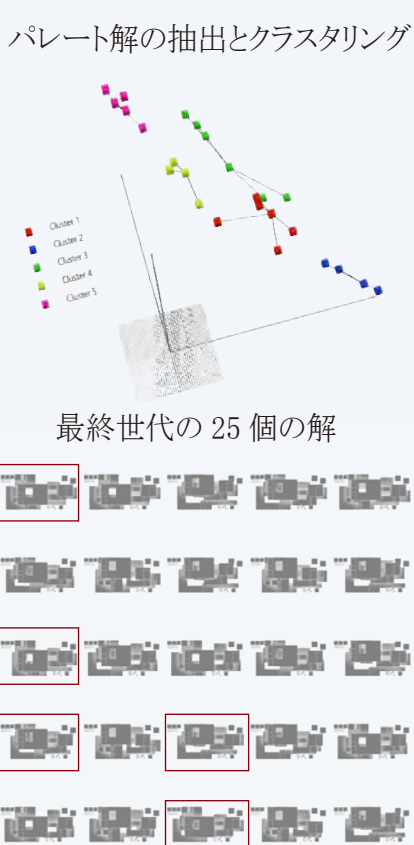
III 最適化によるスラブ配置の決定

α 多目的最適化による1000個から5個の選択



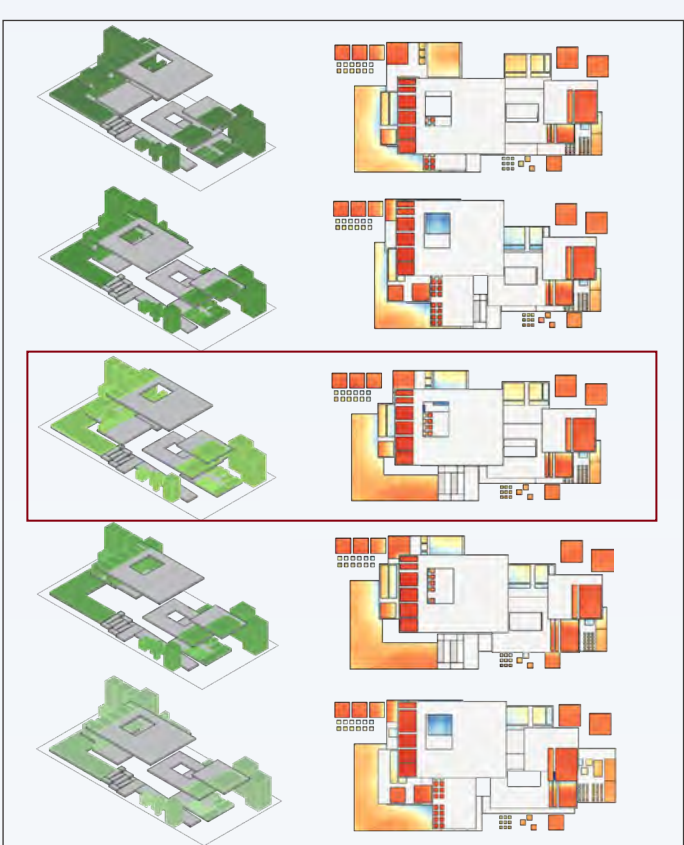
303-α

3項目3段階の評価指標における目標値とシミュレーションによって算出される値の差を代入した  $f(x)$  が小さくなるように最適化を行う。最適化は、積算日射量、日照時間、光飽和点の3つの目的関数  $f(x)$  を用いた多目的最適化とし、Wallaceiによって、1世代の個体数25で40世代分の遺伝的アルゴリズムを用いて検討を行う。



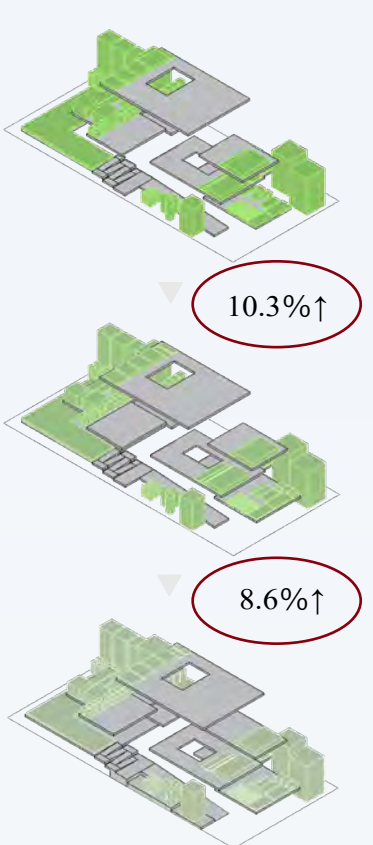
303-β

パレート解を k-means クラスタリングによって5つのクラスターそれぞれにおいて最も重心に近いスラブ配置を選択する。選択した5つのスラブ配置において、農作物それぞれの表面でのシミュレーションによる算出値と農作物ごとの目標値の差を計算し、比較することで、最も農作物にとって好ましい光環境が得られるスラブの配置を決定する。



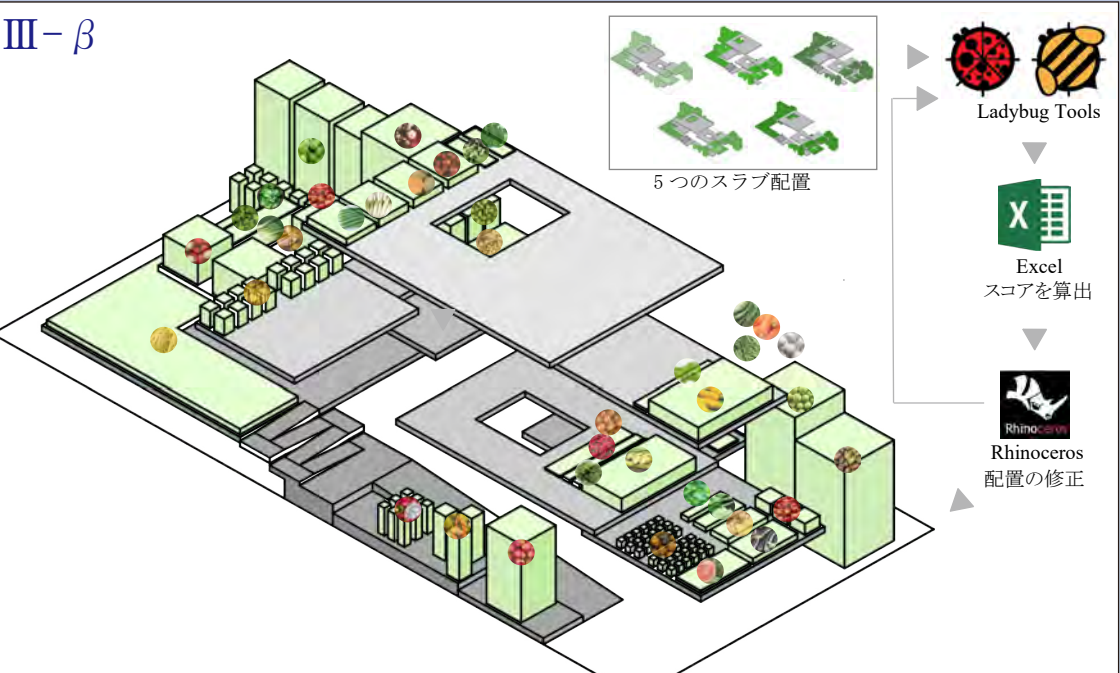
303-γ

決定したスラブ配置において目標値と差が大きい農作物を再配置し、修正する。農作物の位置の修正によって10.3%目標値に近づき、さらに目標値との差が大きい農作物が多数存在するスラブの位置を修正することで、8.6%目標値に近づき、総じて19.6%目標値に近くなり、光環境が向上した。



III 最適化によるスラブ配置の決定

β, γ 最良の配置の選択とスラブ配置の決定



04. Desgin 空間システムと環境性能の向上

最適化したスラブに構造と設備の機能を内包するコアや設備システムを挿入する。

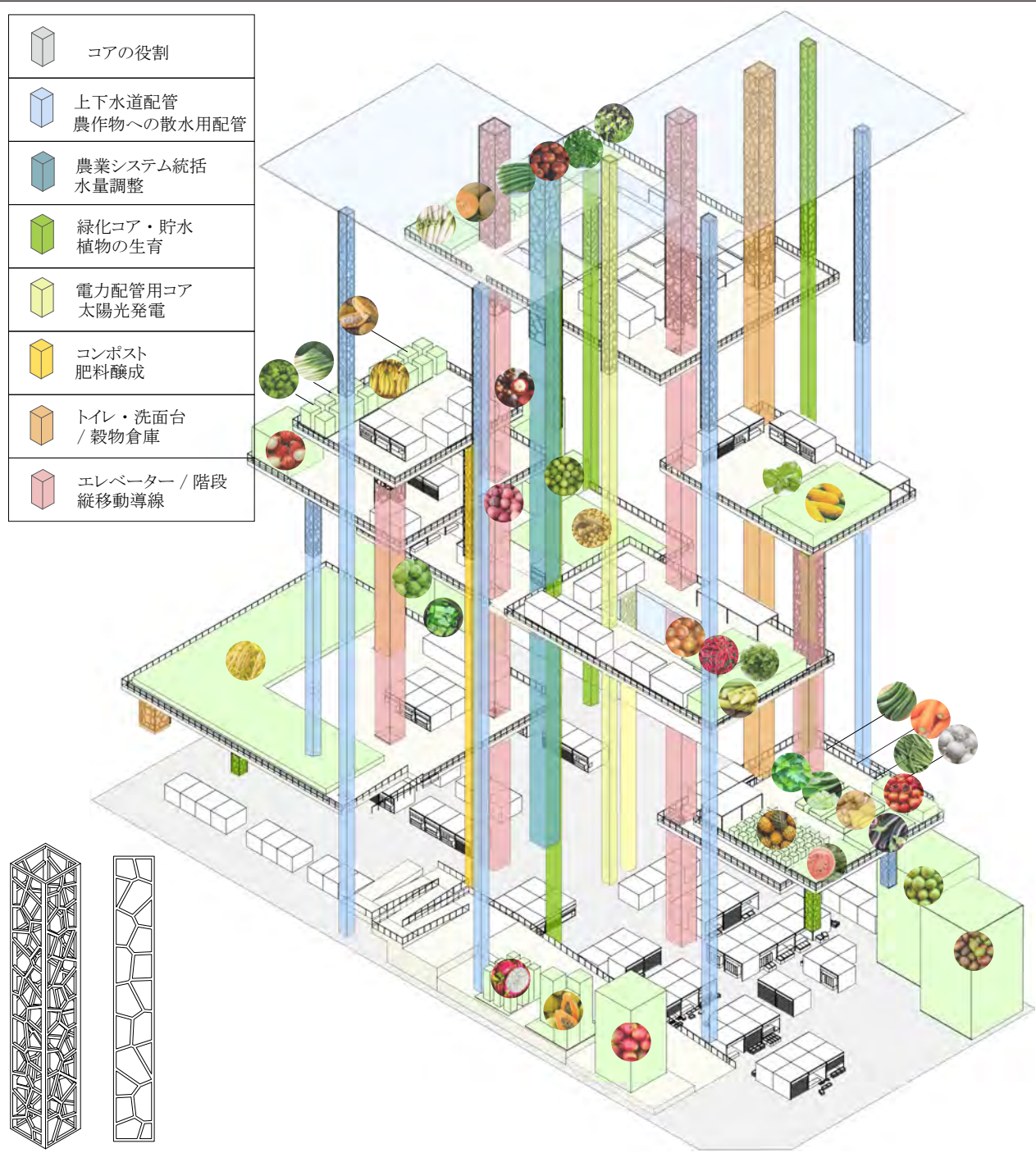
04-a 設備システムと垂直導線となるコア

コアは構造を支えつつ、設備システムが内包される。

～ボロノイ図を用いた柱のデザイン～

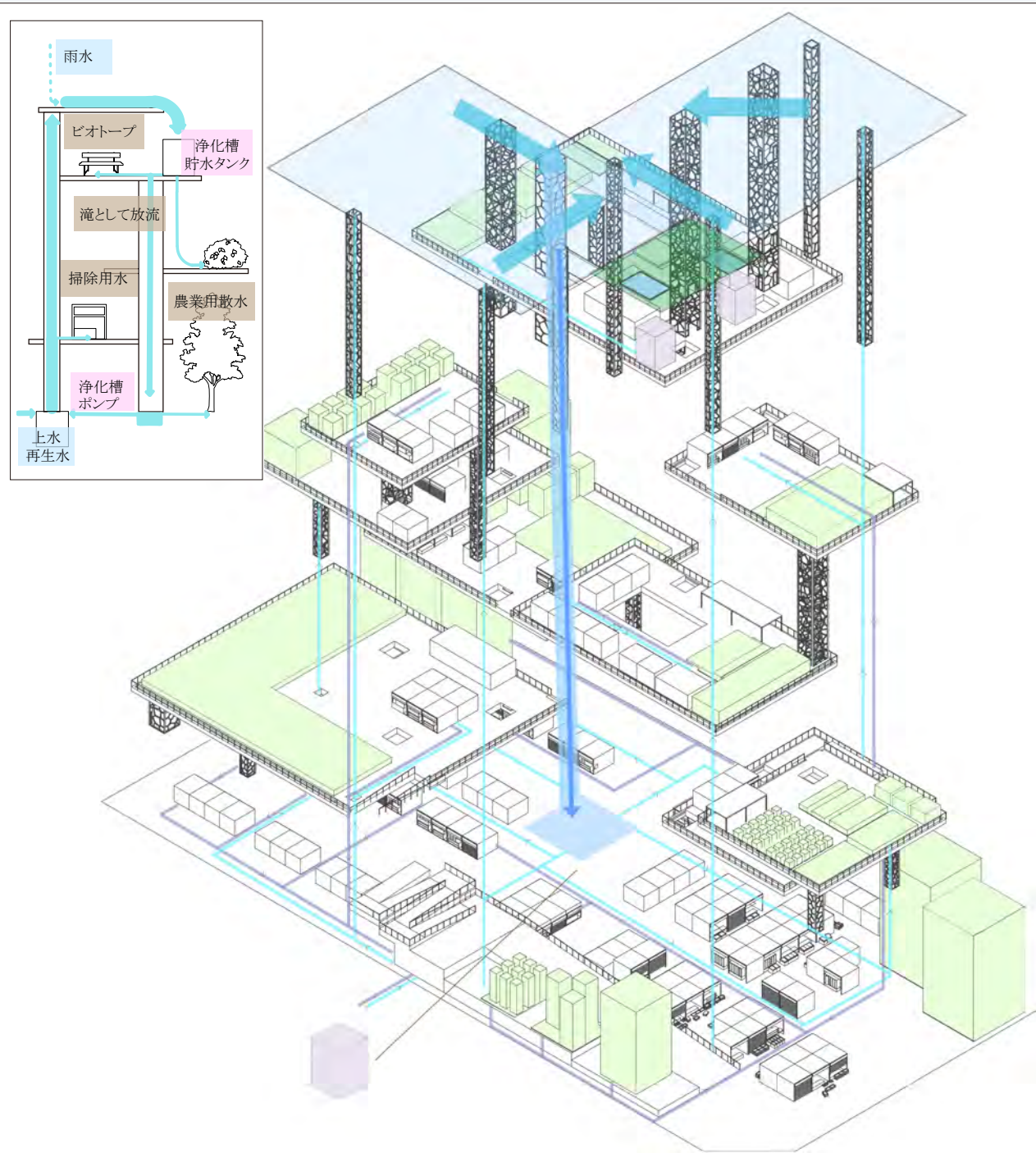
人工物である建築には空間をとしてだけでなく、デザインとしても自然を取り入れる。自然界で見られるデザインであるボロノイ図を用いた鉄骨によって、柱の強度を確保する。

コアには、人間や農作物が移動するための垂直導線となるものから、緑化されたものや、上下水道の配管となるコアがあり、人間と自然が共存する空間創りを可能にしている。



04-b 空間の垂直方向の水利利用

最適化されたスラブの上部は、雨に弱い農作物をシンガポールのスクロールから守りつつ、光環境を変化させないように、ガラスで覆われる。このガラスは雨水を集水する。この空間において、集水された雨水は、上水とともに農業用水やビオトープに使用され、節水の効果が得られる。また、余剰分を空間に滝として放流すること、周辺の空気を冷やし、シンガポールの半屋外空間における暑熱緩和を図ることができる。



03. Plan 人間の多様性を認める空間

